

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Hornicko – geologická fakulta

Institut hornického inženýrství a bezpečnosti



OPTIMALIZACE PROVOZU DRCENÍ VÁPENCOVÉ SMĚSI VE FIRMĚ CEMENT
HRANICE, A.S. S OHLEDEM NA ZVÝŠENÍ KVALITY

OPTIMIZATION OF A LIMESTONE CRUSHING OPERATION IN COMPANY
CEMENT HRANICE, A.S. WITH A VIEW TO ENHANCE QUALITY

Bakalářská práce

Autor:

Lucia Stanková

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Milan Mikoláš, Ph.D.

Ostrava 2011

Prohlášení

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 29.4.2011

Lucia Stanková
Lucia Stanková

Poděkování

Chtěla bych poděkovat Ing. Karlu Magrlovi za cenné rady a pomoc při tvorbě bakalářské práce. Poděkování patří i doc. Ing. Milanu Mikolášovi, Ph.D. za odborné vedení při studiu.

Anotace

Tato bakalářská práce se nejprve zaměří na problematiku ukládání podrceného materiálu na předhomogenizační skládce. Bude zde popsán význam homogenizace surovin a následně její stupně ve firmě Cement Hranice, a.s.. Tato část je nejdůležitější v celém technologickém procesu pro výrobu slínku, jeho vlastnosti totiž výrazně ovlivňují kvalitu vyrobeného cementu.

Dále se tato práce bude zabývat návrhem na nové dávkování popílků do surovinové směsi z lomu, aby se omezilo usazování materiálu v roštu na dně kladivoodrazového drtiče.

Klíčová slova: Předhomogenizační skládka, homogenizace, kladivoodrazový drtič, slínek, popílek

Summary

This bachelor work is focused on problems of storing crushed material to the prehomogenization landfill. Will be described importance of raw materials homogenization and subsequently degrees of homogenization in company Cement Hranice, Inc.. This section is most important in whole technological process of manufacturing clinker, its properties are significantly affecting quality of produced cement.

Next part of this work will be focused on proposal of new fly ashes dosage to the raw mixture from the quarry, to limit of establishment of the material in the bottom of the Hammer-reflex crusher.

Keywords: Prehomogenization landfill, homogenization, Hammer-reflex crusher, clinker, fly ash

Seznam zkratk

DCD	Dvouvpěrný čelistový drtič
KOD	Kladivoodrazový drtič
PHS	Předhomogenizační skládka
ZH	Zakladač haldový

Obsah

Úvod	1
1. Charakteristika ložiska	2
1.1 Geografické údaje.....	2
1.1.1 Lom Skalka - Hranice.....	2
1.1.2 Lom Černotín	3
1.2 Stratigrafické údaje.....	4
1.3 Tektonika.....	5
1.4 Hydrogeologické údaje	5
2. Technologie výroby cementu	6
3. Současný stav dobývání, dopravy a úpravy cementářských surovin v organizaci Cement Hranice, a.s.	8
3.1 Těžba, doprava a úprava suroviny.....	8
3.1.1 Těžba a doprava suroviny	8
3.1.2 Úprava suroviny - drcení	10
4. Předhomogenizace.....	14
5. Návrh na optimalizaci drcení vápencové směsi za účelem zvýšení kvality vyrobeného slínku	17
5.1 Význam homogenizace v cementářském průmyslu	17
5.1.1 Homogenizace	17
5.2 Optimalizace provozu zakladače na PHS.....	19
5.2.1 Návrh řešení na účinnější funkci zakladače - 2. stupeň homogenizace	19
5.3 Nové dávkování popílků do surovinové směsi z lomu	20
5.3.1 Omezení ucpávání roštů kladivoodrazových drtičů	20
6. Technicko-ekonomické a ekologické vyhodnocení navrhovaného řešení.....	23
6.1 Technicko-ekonomické vyhodnocení	23
6.2 Ekologické vyhodnocení.....	25
Závěr	26
Seznam použité literatury.....	27
Seznam obrázků.....	28
Seznam příloh.....	30

Úvod

Akciová společnost Cement Hranice je od roku 2007 součástí německého koncernu Dyckerhoff, která patří do italské skupiny Buzzi Unicement. Hlavním výrobním programem firmy je výroba cementů, které firma produkuje od roku 1954 a v posledních letech věnovala část výrobního programu i výrobě suchých maltových a omítkových směsí, lepidel, tmelů a také výrobě pojiv pro zdění a omítání. Tato cementárna patří k nejmodernějším výrobcům kvalitních stavebních materiálů ve svém regionu. Důkazem toho je, že cement z Hranic byl použit už na mnoha důležitých stavbách v tuzemsku a byl také exportován do mnoha zemí světa.

Aby byl vyroben kvalitní cement, musí jeho hlavní výrobní složka - slínek mít požadované vlastnosti, které jsou dány rovnoměrným chemickým složením (homogenitou) všech potřebných materiálů. Tyto materiály se ukládají na předhomogenizační skládku (PHS) pojezdovým zakladačem, jehož současná rychlost není konstantní a tak dochází k nerovnoměrnému ukládání materiálu. Zde v bakalářské práci bude popsán význam homogenizace včetně jejich stupňů a následně se bude zabývat návrhem řešení na účinnější funkci zakladače.

Další část bakalářské práce bude zaměřena na dávkování popílků, který spolu s vápencem prochází procesem drcení. Popílek dobře absorbuje vlhkost, takže jeho zpracování je při deštivých obdobích složitější, dochází totiž k zalepování dna kladivoodrazového drtiče.

Cílem této bakalářské práce je dosáhnout rovnoměrnějšího zakládání materiálu na PHS a omezit usazování materiálu v roštu na dně kladivoodrazového drtiče.

1. Charakteristika ložiska

1.1 Geografické údaje

Ložisko Hranice se nachází v okrese Přerov na katastrálním území obcí Hranice, Hluzov a Černotín. V Hranicích je otevřen lom Skalka a v oblasti Černotín – Hluzov lom Černotín. Ložisko je tvořeno plochým návrším Hluzovského kopce s relativním převýšením 110 m, kde absolutní výška je 360 m n.m.. Jeho tvar je ve směru S – J protáhlý, délka je okolo 3 km a šířka je 0,6 – 1 km.

Cementárna je umístěna na severozápadním okraji ložiska.

1.1.1 Lom Skalka - Hranice

Cementárenský lom Skalka (obr.č. 1,2) se nachází u výjezdu z obce Hranice směrem na Bělouh. Lom je polojámový a jeho výška lomové stěny se pohybuje v rozmezí 10 – 25 m. Těží se zde v 6. etážích na kótách 350, 330, 310, 295, 280 a 270 m n.m.. Těžební báze lomu a plošiny jednotlivých etáží v 1% stoupání z důvodu odvodňování. Tento lom je součástí cementárenského komplexu.

Zajímavostí je surovina devonský vápenec, který se v této lokalitě těží. Devonský vápenec vznikl přibližně před 350 miliony let sedimentací vápenitých schránek živočichů, kteří v té době žili v mořském prostředí. Kromě vápence se zde vyskytují i další nerosty, jako je například kalcit, baryt, pyrit, slída, křemenec, hematit a jiné.



Obr. č. 1 Lom Skalka – letecký pohled, zdroj: www.mapy.cz



Obr. č. 2 Lom Skalka – Hranice, foto: Stanková Lucia, 2009

1.1.2 Lom Černotín

Lom Černotín (obr.č. 3, 4) se nachází přibližně 1,5 km od obce Hranice směrem na Valašské Meziříčí. Lom je situovaný těsně před vjezdem do obce Černotín.

Lom je stěnový s výškou lomové stěny v rozmezí 20 – 25 m. Těžba je zde nepravidelná a je prováděna ve dvou etážích na kótách 280 m n.m. a 260 m n.m..



Obr. č. 3 Lom Černotín - letecký pohled, zdroj: www.mapy.cz



Obr. č. 4 Lom Černotín – příjezdová cesta, foto: Stanková Lucia, 2009

1.2 Stratigrafické údaje

Ložisko je tvořeno dvěma základními typy cementářských surovin a to karbonátovými a korekčně sialitickými.

Karbonátové suroviny jsou různé typy vápenců stáří starší devon až spodní karbon.

Karbonátové suroviny představují:

- vilémovské vápence (korálové)
- křtinské vápence
- plástevné vápence (laminované)
- organodetritické vápence
- lažánecké vápence
- vápencové brekcie
- černotínské slepence
- výplně krasových dutin

Korekční sialitické suroviny jsou tvořeny neogenními sedimenty karpatské série a kvartérními sedimenty. Používají se ve směsi pro výpal slínku k úpravě obsahů SiO_2 , Al_2O_3 a Fe_2O_3 a díky tomu umožňují upravit chemické složení základní suroviny.

Korekční sialitické suroviny představují:

- Neogenní sedimenty:
 - jíly
 - vápnité a písčité jíly
 - pískovce
 - písčitojílovité šterky
- Kvartérní sedimenty:
 - soliflukční prohnětené slíny a jíly
 - suťové hlíny a sutě

1.3 Tektonika

Ložisko má velmi složitou tektonickou stavbu, která je ovlivněna hercynským vrásněním, saxonskými pohyby a mladou tektonikou karpatského směru. Ložisko je rozděleno na tři různě postavené kerní celky a to na východní kru, západní kru a jižní kru.

Ve východní kře se nacházejí vápence s úplným stratigrafickým sledem. Vysokoprocentní vápence, které jsou pod úrovní 270 m n.m. a siality, jejichž mocnost narůstá až do 80 m.

Západní kra je od východní kry oddělena přesmykem ve směru SSV – JJZ. Tato kra vykazuje nejlepší surovinovou skladbu vhodnou pro cementářskou výrobu, v této části je otevřen lom Skalka, který se nachází v obci Hranice.

Jižní kra má značně složitou tektonickou stavbu a tato část je oddělena zlomem směru JZ – JV. Zde je otevřen lom Černotín.

1.4 Hydrogeologické údaje

Ložisko Hranice je odvodňováno protékající řekou Bečvou a jejími přítoky. Hladina podzemních vod je volná a pohybuje se v rozmezí 264 – 350 m n.m. při těžbě do úrovně 270 m n.m. v hranickém lomu Skalka a v lomu Černotín do úrovně 260 m n.m. jsou veškeré přítoky do lomu realizovány pouze povrchovými srážkami.

Samotné ložisko se nachází v ochranném pásmu 2. a 3. ochranného stupně lázní Teplice nad Bečvou.

2. Technologie výroby cementu

Hlavní složkou pro výrobu cementu je vápenec, který je v Hranicích dobýván povrchovou těžbou ve dvou lomech. Materiál je oddělován odstřely, odebírán kolovými nakladači a dopravován na drtírnu nákladními auty Tatra a Iveco, kde je vápenec drcen na dvoustupňové drticí lince.

Vysoká homogenita zpracovaného vápence je nutným předpokladem pro stálou vysokou kvalitu cementářského slínku a cementu. Proto se v tomto závodě používá několik stupňů homogenizace suroviny a jedním z nich je PHS těženého vápence. Požadovaná homogenita ukládaného vápence je zajišťována systémem ukládání a odebírání vápence. Tento proces je cíleně řízen laboratoří cementárny a je plně automatický.

Homogenizovaný vápenec a další korekční složky jsou dávkovány do surovinového mlýna. Mletím je surovina zdrobněna na požadovanou jemnost, která je důsledně sledována, protože výrazně ovlivňuje kvalitu a ekonomiku výpalu slínku. Surovinový mlýn s uzavřeným mlecím okruhem má výkon 300 t/hod.

Homogenizační silo zachycuje další stupeň homogenizace cementářské suroviny. Systém namílání a odebírání suroviny je řízen opět laboratoří. Surovina je v síle již plně připravena pro rotační pec tak, že zaručuje plnou kvalitu výpalu cementářského slínku.

Zhomogenizovaná surovina je dávkována do výměníku tepla rotační pece, kde dochází k přehřevu surovinové moučky odpadními plyny z rotační pece, čímž se zvyšuje efektivnost a zmírňují negativní dopady spalování na životní prostředí. Z výměníku jde surovina přes předkalcinační systém do rotační pece o délce 64 m, kde probíhá výpal slínku. Potřebná energie je do rotační pece dodávána ve formě černouhelného prášku, mletého v trubnatém mlýnu s uzavřeným okruhem s inertizací, která zaručuje maximální bezpečnost při mletí uhelného prášku, a spolu s palovanými odpady, které nahrazují z více než poloviny černé uhlí.

Cement je namílán v osmi trubnatých dvoukomorových cementových mlýnech společně s dalšími přísadami. Namletý cement je skladován v cementových sílech, odkud je po laboratorních zkouškách připravován k expedici. Volně ložený cement je foukán do autocisteren nebo železničních vagónů moderním zařízením s automatickým systémem řízení, zajišťujícím minimální prašnost a vysokou přesnost plnění.

Pytlovaný cement je balen na jedné dvanáctiubicové (pro cement) a jedné osmiubicové baličce (Unimalt). Nejen pytle s cementem, ale i ostatním zbožím, jsou na paletizační lince ukládány na palety typu EUR a opatřovány ochrannou fólií. Základním požadavkem na expedované zboží je jeho trvale vysoká kvalita.

Celá technologie výroby je řízena a kontrolována z centrálního velínu (obr.č. 5).



Obr. č. 5 Velín, foto: Stanková Lucia, 2011

3. Současný stav dobývání, dopravy a úpravy cementářských surovin v organizaci Cement Hranice, a.s.

3.1 Těžba, doprava a úprava suroviny

3.1.1 Těžba a doprava suroviny

Vápenec je v Hranicích dobýván povrchovou těžbou ve dvou lomech, a to v již zmíněných, v lomu Skalka a lomu Černotín. Pro oddělení vápencových hornin se zde provádějí clonové odstřely, které zajišťuje firma CEMDEST s.r.o.. Sialitické korekce jako jsou hlíny, jíly a písek, které se nacházejí v nadložních partiích lomů a dále výplně krasových dutin jsou těženy bagry a nakladači.

Pro dobývání v obou lomech jsou stanoveny následující zvláštní technické podmínky:

- a) Báze těžby
 - lom Skalka – Hranice úroveň 270 m n.m.
 - lom Černotín úroveň 260 m n.m.

- b) Vrtné a trhačí práce - zajišťuje firma CEMDEST s.r.o.
 - vrtné práce se provádějí pomocí vrtné soupravy Atlas Copco ROC F6 (obr.č. 6)
 - v obou lomech platí zákaz provádění komorových odstřelů
 - rozpojování lze provádět jen pomocí clonových odstřelů

Po provedení clonových odstřelů se rozpojená hornina (rubanina) naloží pomocí kolových nakladačů - Volvo L 220E (obr.č. 7, 8) a kolového nakladače CAT 980 G, jejichž objem lopaty se pohybuje okolo 4,5 m³. Používá se zde i pásové rýpadlo EC 210, které je vhodné především na přepravu jílu a slínů. Rubanina je dále dopravována automobilovou dopravou na drtírnu. Svoz rubaniny zajišťuje firma KBS Hranice, která vlastní nákladní automobil Tatra 1815 s kapacitou 15 tun rubaniny a Iveco s kapacitou 22 tun rubaniny.



Obr. č. 6 Vrtná souprava Atlas Copco ROC F6, foto: Stanková Lucia, 2011



Obr. č. 7 Kolový nakladač Volvo L 220E, foto: Stanková Lucia, 2011



Obr. č. 8 Nakládání rubaniny kolovým nakladačem Volvo L 200 E,
foto: Stanková Lucia, 2011

3.1.2 Úprava suroviny - drcení

Drcení nebo-li zdobňování, je technologický proces prováděn pomocí drtičů, kdy z větších kusů kameniva získáváme kamenivo požadovaných rozměrů. Rozpojená hornina se dopravuje na drtírnu, kde projde procesem dvoustupňového drcení. Jedná se o dvě paralelní na sobě nezávislé linky.

Natěžený materiál z lomu je vysypáván do násypky o maximálním objemu 65 m³. Zde v cementárně jsou použity násypky L11 a L12 (obr.č. 9). Na dně každé násypky jsou umístěny dva vibrační podavače, které slouží k podávání suroviny do čelistového drtiče.

Primární drcení

První stupeň drcení na obou linkách zajišťují dva dvouvzpěrné čelistové drtiče typu DCD 1250x1000 (obr.č. 10, 11). Drtiče mají velikost vstupního otvoru 1250x1000 mm a velikost výstupního otvoru je nastavitelná od 130 do 250 mm.

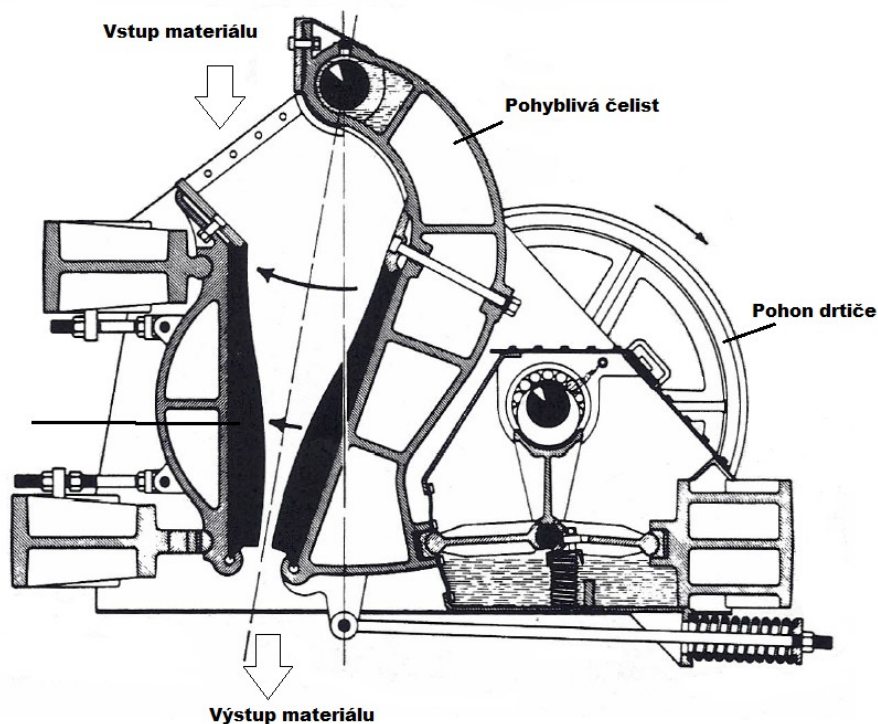
Materiál je v drtičích drcen (zdobňován) díky střídavému přibližování pohyblivé čelisti k pevné. U pohyblivé čelisti jsou použita valivá ložiska. Podrcený materiál je z primárních drtičů dopravován pomocí spojovacích pásů do sekundárního drtiče.



Obr. č. 9 Násypka čelistového drtiče, foto: Stanková Lucia, 2011



Obr. č. 10 Čelistový drtič DCD 1250x1000, foto: Stanková Lucia, 2011



Obr. č. 11 Schéma – čelistový drtič DCD 1250x1000, zdroj: literatura [3]

Sekundární drcení

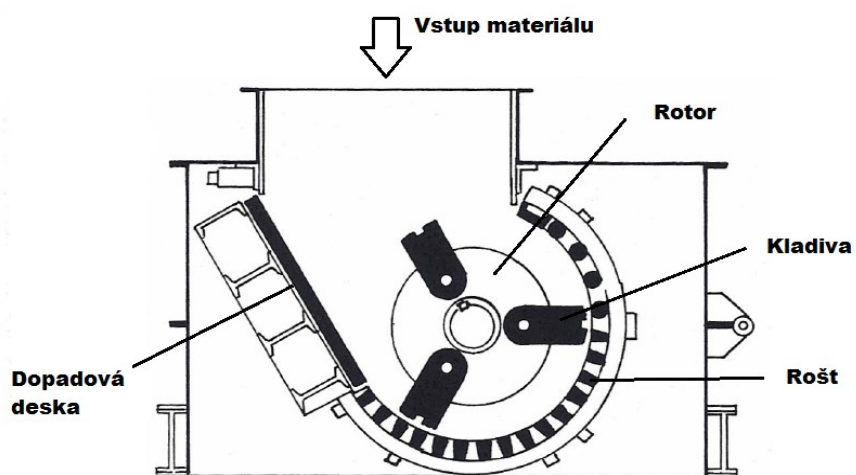
Druhý stupeň drcení je zajištěn taktéž dvojicí drtičů, ale zde jsou použity kladivoodrazové drtiče (obr.č. 12,13). Jsou to drtiče typu KOD 2000x2000, jejich výstupní velikost zrna je 0-25 mm.

V kladivoodrazovém drtiči se materiál zdobňuje opakovanými prudkými údery kladiv umístěných na rotoru v nepohyblivém pancéřovaném obalu. Pod rotorem je umístěn rošt, který zachycuje nedostatečně podrcená zrna v drticím prostoru a následně je dodrtí na požadovanou frakci, která je dána otvory v roštu.

Materiál zpracovaný na obou drticích linkách je společně dopravován soustavou pásu o šířce 1000 mm na PHS.



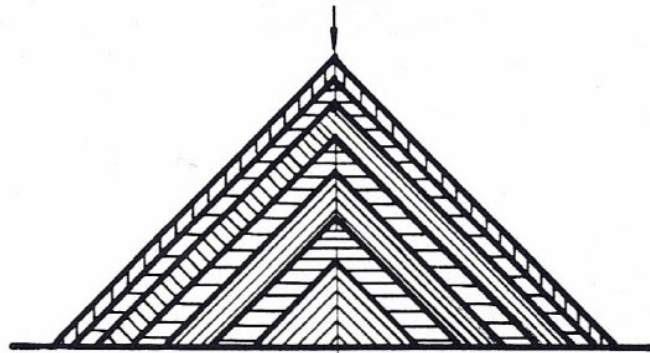
Obr. č. 12 Kladivoodrazový drtič KOD 2000x2000
pohled zezadu drtiče, foto: Stanková Lucia, 2011



Obr. č. 13 Schéma – kladivoodrazový drtič
KOD2000x2000, zdroj: literatura [3]

4. Předhomogenizace

Nízkoprocentní vápencová drť je dopravována na PHS, kde je zakládána stranovým haldovým zakladačem ZH-34 (obr.č. 15) se shazovacím vozíkem VS-4000 s vysokým naklopitelným výložníkem (obr.č. 16). Zakládání na haldu probíhá způsobem Chevron (obr.č. 14), což je princip postupného vrstvení po délce haldy v mnoha cyklech. Materiál je nasypáván do osy haldy v tenkých vrstvách výložníkem zakladače. Při odběru uloženého materiálu se musí dbát na to, aby se odebíralo stejným dílem ze všech vrstev.



Obr. č. 14 Schéma - Metoda Chevron, zdroj: literatura [3]



Obr. č. 15 Zakladač ZH – 34, foto: Stanková Lucia, 2011



Obr. č. 16 Rameno výložníku, foto: Stanková Lucia, 2011

Je nutno tedy znát celkové průměrné chemické složení uloženého materiálu. Analýza chemického složení materiálu se provádí pomocí On-line Thermo Elektron Corporation CBX analyzátoru (obr.č. 17). Princip přístroje je založen na systému měření elementárních pevných sypkých materiálů, zatímco materiály procházejí analyzátozem na dopravním páse (obr.č. 18). Zdrojem je californium 252, umístěné pod dopravním pásem, to emituje neutrony, které jsou absorbovány materiálem, nacházejícím se na dopravním páse. Různými prvky jsou pak emitovány gama paprsky a ty jsou měřeny pomocí detektorů, které jsou umístěny na opačné straně pásu. Elektronika zpracovává signály z detektorů, které jsou odeslány do laboratoře, kde je umístěn PC a software pro vyhodnocování výsledků.

Jedna zavezená skládka je dlouhá 123 m, široká 30 m a vysoká 11,3 m. Kapacita haldy činí 28 500 tun.



Obr. č. 17 On-line Thermo Elektron Corporation CBX analyzátor,
foto: Stanková Lucia, 2011



Obr. č. 18 On-line Thermo Elektron Corporation CBX analyzátor,
foto: Stanková Lucia, 2011

5. Návrh na optimalizaci drcení vápencové směsi za účelem zvýšení kvality vyrobeného slínku

5.1 Význam homogenizace v cementářském průmyslu

5.1.1 Homogenizace

Základní složkou pro výrobu cementu je portlandský slínek, který vzniká vypálením připravené surovinové moučky v rotační peci. Výroba cementářského slínku, přesněji tvorba slínkových minerálů je z technologického hlediska soubor chemických reakcí při vysokých teplotách prostředí okolo 1 800 – 1 900°C a teploty materiálů cca 1 500°C. Při těchto teplotách dochází k chemickým reakcím hlavně mezi CaO, Al₂O₃, Fe₂O₃ a SiO₂ za vzniku čtyř hlavních slínkových minerálů, které ovlivňují požadované vlastnosti slínku:

1. Trikalcium silikát	Alit	3 CaO.SiO ₂
2. Dikalcium silikát	Belit	2 CaO.SiO ₂
3. Trikalcium aluminát	Celit	3 CaO.Al ₂ O ₃
4. Tetraalkalium aluminát	Ferit	4 CaO. Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃

Kvalitu cementu ovlivňují vlastnosti vyrobeného slínku. Zejména jeho fyzikálně mechanické vlastnosti a to:

- Pevnosti v tahu za ohybu
- Pevnosti v tlaku
- Počátek a doba tuhnutí
- Objemová stálost

Z tohoto důvodu je jedním z rozhodujících faktorů při výrobě kvalitního slínku rovnoměrné chemické složení (HOMOGENITA) všech materiálů, které vstupují do procesu.

Na jedné straně připravená surovinová moučka, na druhé straně paliva, které vytváří potřebnou teplotu prostředí. Chemické složení surovinové moučky připravuje provozní laboratoř na základě smícháním vápence (CaCO_3), křemičitých písků (SiO_2), popílků (SiO , Al_2O_3) a železité korekce (Fe_2O_3). Vápenec se těží v lomech Skalka a Černotín. Ostatní uvedené materiály jsou do závodu dováženy z okolí (Přerov, Olomouc, Ostrava).

1. stupeň homogenizace - LOM

Lom Skalka, ze kterého se těží 90 % materiálu obsahuje ve spodní části čisté vápence – až 96 % CaCO_3 , ve střední části je prohliněný materiál okolo 50 – 80% CaCO_3 a v nejvyšší části lomu jsou hlíny. Homogenizace v lomu spočívá v tom, že se současně těží na více místech (obvykle 2-3) s různým počtem aut. Na základě chemických analýz z On-line analyzátoru (viz. kapitola 4. Předhomogenizace) pracovník laboratoře organizuje těžbu tak, aby bylo dosaženo požadovaného chemického složení změnou poměru počtu aut z jednotlivých míst v lomu, změnou těžebních míst nebo kombinací obou možností.

2. stupeň homogenizace – předhomogenizační skládka (PHS)

V závodě Hranice je používán systém Chevron, který je popsán v kapitole 4. Předhomogenizace.

3. stupeň homogenizace – homogenizační silo

Surovinová moučka je vyráběna semletím výše uvedených surovin v předepsaném poměru (řídí laboratoř na základě chemických analýz z procesu) v surovinovém mlýnu a na požadovanou jemnost. Vyrobená moučka je dopravena postupně do 6 zásobníků umístěných v horní části homogenizačního sila. Jakmile se začne plnit 6. zásobník je zahájeno současné vyprazdňování 5. zásobníků do prostoru homogenizačního sila (kapacita 16 000 t) a tím dojde k dalšímu promíchání materiálu.

5.2 Optimalizace provozu zakladače na PHS

5.2.1 Návrh řešení na účinnější funkci zakladače - 2. stupeň homogenizace

Zakladač na PHS, respektive jeho pojezdová rychlost je řízena od množství materiálu, které prochází přes integrační pásovou váhu. Regulační smyčka definuje rychlost pojezdu stroje v závislosti na množství procházejícího materiálu (obecně: málo materiálu = nižší rychlost, hodně materiálu = vyšší rychlost). Aby byla účinnost zakládání materiálu (a tím následná homogenizace při odběru ze skládky) co nejvyšší, je ideální konstantní rychlost zakladače, což v praxi není možné, ale navrhované řešení se k tomuto stavu přibližuje. V současné době chodí materiál ve vlnách (v různém množství), jak je vidět v příloze č. 1, kde je zaznamenáno okamžité množství materiálu, které přechází přes integrační pásovou váhu. Je patrné kolísání od 200 do 800 t/hod a tím se mění i rychlost pojezdu zakládání materiálu. Aby bylo množství dopravovaného materiálu rovnoměrné, doporučuji vložit do technologie drcení článkový podavač a to do prostoru pod čelistový drtič nad dopravní pás, který dopravuje materiál do kladivoodrazového drtiče.

V příloze č. 2 je očekávané (předpokládané) chování materiálu v dopravní cestě. Rozdíl proti příloze č. 1 je zřejmý.

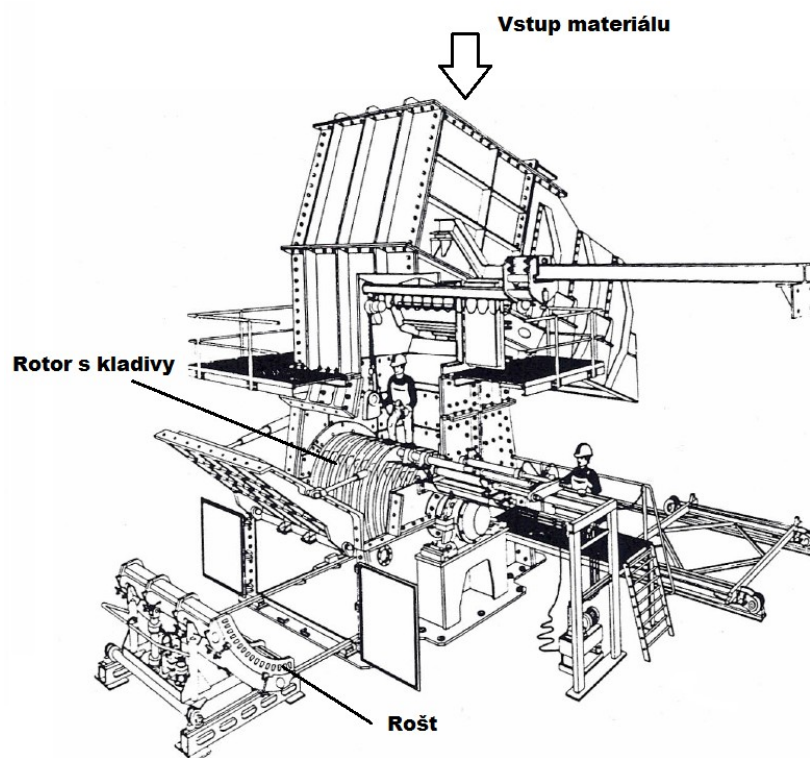
Přínosy :

- Zrovnoměrnění množství materiálu na dopravních pásích
- Stabilnější pojezdová rychlost zakladače
- Rovnoměrné zakládání materiálu na PHS
- Omezení prostojů z důvodu přeplňování dopravních cest
- Úspora provozních nákladů – rovnoměrný chod zařízení pod zatížením
- Úspora nákladů na opravy (zamezení poškození gurt dopravních pásů dopadajícím materiálem z výšky 4,5 m, frakce 20 – 30 cm)

5.3 Nové dávkování popílků do surovinové směsi z lomu

5.3.1 Omezení ucpávání roštů kladivoodrazových drtičů

Jak bylo v kapitole (5.1.1 Homogenizace) uvedeno, jednou ze surovin, která se používá při přípravě surovinové směsi je popílek, který se dováží z teplárny Přerov. Jedná se o odpad, který vzniká při výrobě tepla (spalováním uhlí) a je ukládán na odkaliště. Svým chemickým složením je vhodný pro přípravu surovinové směsi. Tento popílek je do závodu dopravován auty a skladován v lomu na otevřených plochách. Vlhkost dodaného materiálu je cca 20 – 25 %. Vzhledem k tomu, že popílek je velmi jemný, snadno absorbuje vlhkost (hlavně při deštích), jeho zpracování zejména na jaře a na podzim nebo při déle trvajících deštích je problematické, zejména na kladivoodrazových drtičích. Ročně se zpracuje 30 000 – 40 000 t tohoto materiálu. Popílek je přidáván do technologie při těžbě k vápenci do aut přímo u rozvalu (viz obr.č. 8). Poté je dopravován a dávkován do násypky před čelistovým drtičem (viz obr.č. 9). Po průchodu čelistovým drtičem je dopravním pásem o šířce 1 200 mm dopravován do kladivoodrazového drtiče. Dno drtiče je tvořeno roštem (obr.č. 19), který určuje velikost výstupního zrna z drtiče (obvykle, když je rošt v pořádku 0-25 mm). V případě kdy je popílek mokrý, tak i ve směsi s vápencem dochází k usazování materiálu ve výsypce pod roštem drtiče a následně ucpání roštu (obr.č. 20, 21).



Obr. č. 19 Schéma - Kladivoodrazový drtič, zdroj: literatura [3]



Obr. č. 20 Zalepený kladivoodrazový drtič, foto: Stanková Lucia, 2001



Obr. č. 21 Zalepený kladivoodrazový drtič, foto: Stanková Lucia, 2011

Následek :

- Výpadek produkce
- Zvýšené provozní náklady – el. energie, prostoje v dopravě
- Namáhavá a nebezpečná práce při čištění
- Omezení zpracování popílků ve vlhkém počasí

Návrh řešení :

Vyloučit zpracování popílků přes drtiče a dávkovat popílky za kladivoodrazový drtič přímo do dopravních cest na předhomogenizační skládku.

Na návrhu (příloha č. 4) je znázorněno umístění násypky za kladivoodrazové drtiče. Sestava zařízení je rovněž zřejmá. Auta s popílky dopraví materiál do násypky nad dopravním pásem. Z násypky je přes vynášecí podavač popílek dávkován do dopravní cesty směsi vápence před On-line analyzátor a po analýze je dále pak dopravován na předhomogenizační skládku.

Přínosy :

- Zpracování popílků prakticky za každého počasí
- Omezení zalepování roštů a prostoru pod rošty
- Vyloučení nebezpečné práce při čištění
- Ekologický přínos (čím více popílků se zpracuje, tím méně skončí na skládce)
- Rovnoměrný provoz bez výpadků (prostojů)

6. Technicko-ekonomické a ekologické vyhodnocení navrhovaného řešení

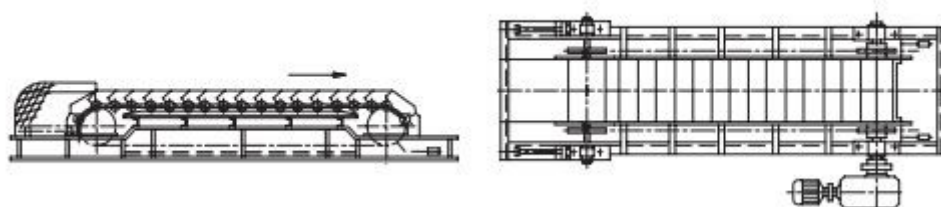
6.1 Technicko-ekonomické vyhodnocení

Článekový podavač:

Tab. 1. Hlavní technické parametry

Typ	Šířka podavače (mm)	Délka podavače (mm)	Maximální vrstva dopravovaného materiálu (mm)	Výkon (t/h)	El. Motor (kW)
CPLP 1000	1000	2400 - 8000	250	50 - 320	1,5 - 15

Pozn.: Výkon podavače je uveden při sypané hmotnosti materiálu 1,6 t/m³.



Obr. č. 22 Schéma - článekový podavač, zdroj: internet [5]

Tab. 2. Pořizovací náklady

Cena podavače	850.000,-
Montáž	100.000,-
Projekt	80.000,-
Elektroinstalační práce	40.000,-
Celkem	1.070.000,-

Tab. 3. Provozní náklady

Cena gurty	700.000,-
Cena za práci výměny gurty	50.000,-
Celkem	750.000,-

V současnosti se musí gurta dopravního pásu měnit každý rok, díky nasazení článkového podavače do provozu se životnost gurty zvýší a její výměna se provede jednou za tři roky (předpoklad), čímž se provozní náklady výrazně sníží.

Ve vyhodnocení nejsou uvedeny další úspory jako například:

- Rovnoměrný chod zařízení
- Prostoje v autodopravě
- Úklidové práce a další

6.2 Ekologické vyhodnocení

Tab. 4. Korekční materiály

Rok	Popílek č.1 (t)	Popílek č.2 (t)	Cembrit (t)	Kyzy (t)	Písek (t)
2007	-	34 630	-	20 341	4 967
2008	3 778	40 534	1 620	23 649	4 968
2009	11 397	30 610	7 228	16 527	14 790
2010	12 351	30 770	3 270	14 079	9 576
Celkem (t)	27 526	136 544	12 118	74 596	34 301
	285 085				

Pozn.: Popílek č. 1 (suchý materiál) je přidáván pneumaticky do pecního systému.

Popílek č. 2 (mokrá materiál) je přidáván přímo v lomu při těžbě vápence.

Za poslední 4 roky se zpracovalo celkem 285 085 tun odpadních materiálů (v našem případě korekčních materiálů pro přípravu suroviny), které by jinak musely být vyvezeny na skládky.

Navrhované řešení umožní rovnoměrné dávkování popílků (popř. dalších lepidlových materiálů) v průběhu celého roku a tím i zvýšení celkového objemu zpracovaných popílků.

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo dosáhnout rovnoměrnějšího zakládání na PHS, což se navrhovaným řešením, tedy vložením článkového podavače do procesu drcení přiblíží požadavku. Jedním z dalších přínosů bude úspora provozních nákladů, které jsou vyčísleny v technicko-ekonomickém vyhodnocení.

Dále zde byl popsán problém usazování materiálu v roštu, který následně zapříčinil jeho ucpávání. Tento problém nese následky, které byly již v této práci zmíněny, jako jsou např. omezení zpracování popílků v nepříznivém (vlhkém) počasí, výpadek produkce, zvýšené provozní náklady (prostoje v dopravě) atd.

Navrhované řešení umožní zpracovávat popílek i za nepříznivého počasí, omezí zalepování roštů a prostoru pod rošty, provoz bude rovnoměrný bez výpadků (prostojů). Toto řešení bude mít i ekologický přínos, který je zmíněn v ekologickém vyhodnocení této práce.

Seznam použité literatury

- [1] Cement Hranice a.s. *Místní provozní bezpečnostní předpis pro technická zařízení drtících linek L 11 a L 12*. Cement Hranice. 2010, 3
- [2] ČEP, H.; ŠPÍRKOVÁ, R.: *Technologie úpravy kameniva*. Brno: Těžební unie, 1997, 143 s.
- [3] DUDA, Walter. *Cement Data Book : Volume One: International Process Engineering in the Cement Industry*. 3rd edition. Berlin : French & European Pubns, 1985, 980 s, ISBN 9780828802048.
- [4] KRYL, V., et al.: *Povrchové dobývání ložisek*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1997, 266 s, ISBN 80-7078-396-6.

Další použité zdroje

- [5] PSP Engeneering a.s. Článekové podavače [online]. 2009 Dostupné z WWW: <<http://dc1.profisoft.cz/pspeng/Broncgure/CZ Clankove podavace.pdf>>.
- [6] Cement Hranice a.s. Cement Hranice [Online]. 2010 [cit. 2011-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.cement.cz>>.

Seznam obrázků

Obr.č. 1	Lom Skalka - letecký pohled	2
Obr.č. 2	Lom Skalka – Hranice	3
Obr.č. 3	Lom Černotín - letecký pohled	3
Obr.č. 4	Lom Černotín	4
Obr.č. 5	Velín	7
Obr.č. 6	Vrtací souprava Atlas Copco ROC F6	9
Obr.č. 7	Kolový nakladač Volvo L 220E	9
Obr.č. 8	Nakládání rubaniny kolovým nakladačem Volvo L 200 E	10
Obr.č. 9	Násypka čelistového drtiče	11
Obr.č. 10	Čelistový drtič DCD 1250x1000	11
Obr.č. 11	Schéma - Čelistový drtič DCD 1250x1000	12
Obr.č. 12	Kladivoodrazový drtič KOD 2000x2000 - pohled ze zadu drtiče	13
Obr.č. 13	Schéma - kladivoodrazový drtič KOD 2000x2000	13
Obr.č. 14	Metoda Chevron	14
Obr.č. 15	Zakladač ZH – 34	14
Obr.č. 16	Rameno výložníku	15
Obr.č. 17	On-line Thermo Elektron Corporation CBX analyzátor	16
Obr.č. 18	On-line Thermo Elektron Corporation CBX analyzátor	16
Obr.č. 19	Kladivoodrazový drtič	20
Obr.č. 20	Zalepený kladivoodrazový drtič	21
Obr.č. 21	Zalepený kladivoodrazový drtič	21
Obr.č. 22	Schéma - článkový podavač	23

Seznam tabulek

Tabulka č. 1	Hlavní technické parametry	23
Tabulka č. 2	Pořizovací náklady	23
Tabulka č. 3	Provozní náklady	24
Tabulka č. 4	Korekční materiály	25

Seznam příloh

Příloha č. 1	Vyhodnocení množství materiálu na páse
Příloha č. 2	Předpokládané chování materiálu po zařazení článkového podavače do provozu
Příloha č. 3	Současná situace
Příloha č. 4	Schéma - dávkování popílků do suroviny (drtírna)